

no family

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-274004

(43)Date of publication of application : 08.11.1990

(51)Int.Cl.

H01Q 21/24

H01Q 13/08

H01Q 21/06

(21)Application number : 01-094835

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 14.04.1989

(72)Inventor : SATO SHINICHI

HARIO KENICHI

CHIBA ISAMU

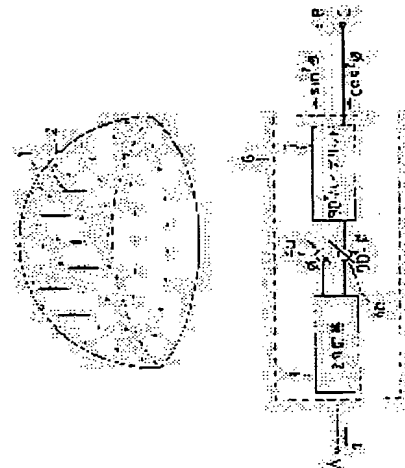
MANO SEIJI

## (54) ARRAY ANTENNA

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To adjust the direction of a polarized wave and to utilize this antenna as an antenna for a radar by digitally varying the direction of a linearly polarized wave of an element antenna.

**CONSTITUTION:** An element antenna 1 consists of constitution arranged on the spherical surface, and also, the direction of a linearly polarized wave radiated from each element antenna 1 is adjusted in a space. Also, in accordance with a beam scan, the direction of linearly polarized wave radiated from each element antenna 1 can be varied by a notch of  $360^\circ / 2n$  ( $n$  is a positive integer). That is, a variable electric power distributor 6 is used in order to make the direction of the linearly polarized wave variable, and the direction of the linearly polarized wave 2 radiated from each element antenna 1 is controlled by a notch of  $360^\circ / 2n$  ( $n$  is a positive integer). In such a way, the direction of the linearly polarized wave can be adjusted to a direction.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Translation of JPH02-274004

Description

1. Title of the invention

ARRAY ANTENNA

2. Claims

An array antenna comprising a plurality of element antennas for transmitting or receiving linearly-polarized waves arranged on a spherical surface, a phase shifter connected to each of said element antennas, and a power distributor for distributing an electric power, further comprising a polarization control circuit for controlling so that the direction of linearly polarized wave radiated from each element antenna is changed with a notch of  $360^\circ / 2^n$  (n is a positive integer).

3. Detail description of the invention

[Technical Field]

The present invention relates to an array antenna for transmitting or receiving a linearly-polarized wave.

[Background Art]

Fig. 7 is a drawing showing a construction of an array antenna disclosed in, for example, Journal of Institute of Electronics and Communication Engineers of Japan, authored by Horiguchi, Ishizone, and Mushiake, entitled 「 Scanning performance of a spherical arranged antenna aimed at a wide angle scanning」, 1982/2, vol. J65-B, no. 2, pp. 245-252.

In the drawing, Numeral reference (1) designates an element antenna, (2) denotes a linearly-polarized wave. The conventional array antenna shown in Fig, 7 has the element antenna (1) arranged on a spherical surface, however, even if each of the element antennas(1) is set so that the direction of the linearly-polarized wave(2) thereof are coincided with each other in a specified direction, those will not be coincided with each other in other directions.

[Problem to be solved by the invention]

In the conventional array antenna, there is a problem in that the direction of the linearly-polarized wave(2) radiated from each of the element antennas(1) according to a beam scanning will not coincide, since the direction of linearly-polarized wave(2) of each of element antennas(1) is fixed.

The present invention aims to solve the above problem with the conventional art and an object of the present invention is to provide an array antenna in which the direction radiated from each element antenna will coincide each other even if whatever direction main beams are faced in.

[Means to solve the problem]

An array antenna according to the present invention is characterized by providing a polarization control circuit for controlling so that the direction of linearly polarized wave radiated from each element antenna is digitized and changed

with a notch of  $360^\circ / 2^n$  ( $n$  is a positive integer).

[Operation]

A polarization control circuit of an array antenna according to the present invention functions so as to control the direction of linearly-polarized wave radiated from each element antenna with a notch of  $360^\circ / 2^n$  ( $n$  is a positive integer), resulting in coinciding the direction of linearly-polarized wave with a desired direction.

[Embodiment of the invention]

An embodiment of this invention is hereinafter described according to the drawings. Fig. 1 shows a constructional view of the embodiment of this invention. In the drawing, numeral references (1) and (2) are same with those in the conventional art prescribed. Element antenna (1) is arranged on the spherical surface, and the direction of the linearly-polarized wave (2) radiated from each element antenna (1) coincide with each other in space. the direction of linearly-polarized wave radiated from each element antenna can be changed with a notch of  $360^\circ / 2^n$  ( $n$  is a positive integer) according to the beam scanning.

Fig. 2 shows an example of a polarization control circuit in which a variable power distributor (6) is incorporated for changing the direction of the linearly-polarized wave in the array antenna shown in Fig. 1. In the drawing, reference numeral (3) denotes a 2-way distributor, (4a), (4b) denotes a phase shifter, (5) a  $90^\circ$  hybrid, (6) a variable power distributor.

In Fig. 2, the power entered along with an arrow line from a terminal A and having amplitude 1 is equally distributed with the 2-way distributor (3), and are input into the phase shifters (4a) and (4b). Assuming that an amount shifted by the phase shifter (4a) is  $\phi$ , and an amount shifted by the phase shifter (4b) is  $90^\circ - \phi$ , powers reached the terminals B and C through the  $90^\circ$  hybrid (5) will become  $\sin^2 \phi$ ,  $\cos^2 \phi$ , respectively. Therefore, it is found that the variable power distributor (6) has no loss and the phases at the terminals B and C are in-phase each other.

Fig. 3 is a perspective view of an element antenna (rectangular batch antenna) using the variable power distributor (6) shown in Fig. 2. In the drawing, reference numeral (6) denotes the variable power distributor, (7) an emission plate, (8) a dielectric body, (9) an earth plate, and (10) feeder cables. In the element antenna shown in Fig. 3, the power entered from a terminal A is reached the terminals B and C through the variable power distributor (6). By providing the positions of the terminals B and C to the positions in which two linearly-polarized waves are radiated orthogonally one another, the direction of linearly-polarized wave can be set variable. In Fig. 2, when the phase shifters (4a) and (4b) are changed with a notch of  $360^\circ / 2^n$  ( $n$  is a positive integer), the direction of linearly-polarized wave can be also changed with the same notch.

Fig. 4 is a graph showing a change in the gain at the time when the direction of linearly-polarized wave of each element antenna is binary digitized. The state of the array antenna before binary digitized is followed. Namely, the conventional array antenna shown in Fig. 7 is arranged so that the radiation power becomes zero in the broadside direction, that is, the direction of linearly-polarized wave (2) of each element antenna is arranged along the curve cut with a line passing through the zenith. The graph shows that a reduction in the gain is not almost taken placed at the region not less than 4 bits, but even in the region not more than 3 bits the direction of the linearly-polarized wave are improved comparing with the initial state in which the polarized wave control is not taken placed ( radiation power is zero). Fig. 5 and Fig. 6 show radiation patterns in the case of controlling with 1 bit and 2 bits respectively. In the drawings, the dotted lines show radiation patterns in the case where the direction of linearly-polarized wave is controlled with an analog system without binary digitizing. These patterns show the controlling with no less than 2 bits have almost the same result as in the analog system. In addition, Fig. 4 to Fig. 6 show examples in a hemisphere face, however, in a partial spherical surface array or a rounded surface array having a large curvature, the polarized wave control is effective even in the region not more than 3 bits.

Although the polarized wave control circuit for controlling the direction of linearly-polarized wave was explained in the above embodiments as an example in the case where the variable power distributor is used, it is possible to change the direction of polarized wave using a switch. Further, the element antenna having a circular shape can be replaced by a rectangular patch antenna.

[Advantage of the invention]

As described above, the array antenna according to the present invention can be formed so as to conform the direction of each polarized wave by digitally changing the direction of linearly-polarized wave of the element antenna, causing remarkable effect when used for a radar antenna.

#### 4. Brief description of the drawings

Fig. 1 is a constructional view of the array antenna showing an embodiment of this invention.

Fig. 2 is a view showing an example of a polarization control circuit for controlling the direction of the linearly-polarized wave of the element antenna.

Fig. 3 is a view showing power dispatching to the element antenna.

Fig. 4 is a graph showing a change in the gain at the time when the direction of linearly-polarized wave is binary digitized.

Fig. 5 and Fig. 6 show radiation patterns in the case

where the direction of linearly-polarized wave is controlled with 1 bit and 2 bits respectively.

Fig. 7 is a view showing an conventional array antenna. In the drawing, reference numeral (1) denotes an element antenna, (2) linearly-polarized wave, (3) 2-way distributor, (4a) and (4b) phase shifters, (5) a  $90^\circ$  hybrid, (6) a variable power distributor, (7) an emission plate, (8) a dielectric body, (9) an earth plate, and (10) feeder cables.

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-274004

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

H 01 Q 21/24  
13/08  
21/06

識別記号

庁内整理番号

7402-5 J  
7741-5 J  
7402-5 J

⑭ 公開 平成2年(1990)11月8日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 アレーアンテナ

⑯ 特 願 平1-94835

⑰ 出 願 平1(1989)4月14日

⑱ 発 明 者 佐 藤 真 一 神奈川県鎌倉市大船5丁目1番1号 三菱電機株式会社情報電子研究所内  
⑱ 発 明 者 針 生 健 一 神奈川県鎌倉市大船5丁目1番1号 三菱電機株式会社情報電子研究所内  
⑱ 発 明 者 千 葉 勇 神奈川県鎌倉市大船5丁目1番1号 三菱電機株式会社情報電子研究所内  
⑱ 発 明 者 真 野 清 司 神奈川県鎌倉市大船5丁目1番1号 三菱電機株式会社情報電子研究所内  
⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号  
⑳ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

アレーアンテナ

2. 特許請求の範囲

曲面上に配列した直線偏波の電波を送信あるいは受信する複数の素子アンテナと、各素子アンテナにつながれた移相器と、電力を分配する電力分配器とからなるアレーアンテナにおいて、各素子アンテナの直線偏波の方向が $360^\circ/2^n$  ( $n$ は正の整数)の刻みで変化するように制御する偏波制御回路を設けたことを特徴とするアレーアンテナ。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

この発明は、直線偏波の電波を送信あるいは受信するためのアレーアンテナに関するものである。

[従来の技術]

第7図は、例えば電子通信学会論文誌、堀口、石曾根、虫明：「広角走査を目的とした球面配列アンテナの走査特性」、1982/2, vol.

J65-B, no. 2, pp. 245~252に開示されたアレーアンテナの構成を示す図である。図において、(1)は素子アンテナ、(2)は直線偏波である。第7図に示す従来のアレーアンテナにおいては、素子アンテナ(1)は球面上に配列された構成をしている。ところで、各素子アンテナ(1)に対し、特定の方向で直線偏波(2)の方向が合うように各素子アンテナを設定したとしても、他の方向では直線偏波(2)は合わない。

[発明が解決しようとする課題]

従来のアレーアンテナでは、各素子アンテナ(1)の直線偏波(2)の方向は固定されているので、ビーム走査により各素子アンテナ(1)から放射される直線偏波(2)の方向が合わないという問題点があった。

この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、主ビームがどのような方向にあっても各素子アンテナから放射される直線偏波の方向が合うようにしたアレーアンテナを得ることを目的とする。

# 【課題を解決するための手段】

この発明に係るアレーアンテナは、各素子アンテナから放射される直線偏波の方向をデジタル化、すなわち、その方向を $360^\circ/2^n$  ( $n$ は正の整数)でデジタル化し制御する偏波制御回路を備えたものである。

## 【作用】

この発明におけるアレーアンテナの偏波制御回路は、各素子アンテナから放射される直線偏波の方向を $360^\circ/2^n$  ( $n$ は正の整数)の刻みで制御することにより、所望の方向に直線偏波の方向を合わせることができる。

## 【発明の実施例】

以下、この発明の一実施例を図について説明する。

第1図はこの発明の一実施例の構成図である。図において、(1)、(2)は上記従来のものと同一である。素子アンテナ(1)は球面上に配列された構成をしており、さらに、各素子アンテナ(1)から放射される直線偏波(2)の方向は空

間素子アンテナ(方形パッチアンテナ)の構成を示す斜視図である。図において、(6)は可変電力分配器、(7)は放射導体、(8)は誘電体、(9)は地導体、(10)は給電線である。第3図に示すような素子アンテナにおいて、端子Aから入射した電力は可変電力分配器(6)を通り、端子B、Cに至る。端子B、Cの位置を直交する二つの直線偏波の電波を放射する位置に設置することにより、直線偏波の方向を可変にできる。第2図において、移相器(4a)、(4b)の位相量を $360^\circ/2^n$  ( $n$ は正の整数)の刻みで変化させることにより、直線偏波の方向はその刻みで変化する。

第4図は各素子アンテナの直線偏波の方向をビット化した時の利得の変化を示す。ビット化する前の状態は次の通りである。すなわち、第7図の従来のアレーアンテナで、ブロードサイド方向で放射電力が零になるように、すなわち、天頂の素子アンテナ(1)を通るようにスイカの輪切りを行った時にできる曲線に沿って各素子アンテナの

間で合っている。そして、ビーム走査に対応して、各素子アンテナ(1)から放射される直線偏波(2)の方向を $360^\circ/2^n$  ( $n$ は正の整数)の刻みで変えることができるようになっている。

第2図は第1図のアレーアンテナにおいて、直線偏波の方向を可変するために可変電力分配器を用いた偏波制御回路の一実施例を示す図である。図において、(3)は2分配器、(4a)、(4b)は移相器、(5)は $90^\circ$ ハイブリッド、(6)は可変電力分配器である。

第2図において、端子Aから矢印で示す方向へ入射した振幅1の電力は2分配器(3)で等分され、移相器(4a)、(4b)に至る。移相器(4a)の位相量を $\phi$ 、移相器(4b)の位相量を $90^\circ - \phi$ とする時、 $90^\circ$ ハイブリッド(5)を通った後の端子B、Cに至る電力はそれぞれ $\sin^2 \phi$ 、 $\cos^2 \phi$ となる。従って、可変電力分配器(6)での損失はなく、また、端子B、Cでの位相は同相である。

第3図は第2図の可変電力分配器(6)を用い

直線偏波(2)を配列した状態である。図より、4ビット以上になると利得の低下はほとんどないが、3ビット以下でも偏波制御しない初期の状態(上記のように、放射電力が零)に比べると偏波の方向はほぼ合っていると見える。第5図、第6図は、それぞれ、1ビット、2ビットで偏波制御した場合の放射パターンを示す。図中、破線はビット化しないでアナログで直線偏波の方向を合わせた場合の放射パターンである。放射パターンに関しては、2ビット以上で制御すれば、アナログ制御の場合とあまり変わらない放射パターンが得られることがわかる。なお、第4図～第6図は半球面アレーの場合の結果であり、部分球面アレーあるいは曲率の大きい曲面アレーの場合には3ビット以下でも偏波制御の効果は大きい。

実施例では、素子アンテナの直線偏波の方向を制御する偏波制御回路としては可変電力分配器を用いた場合について説明したが、スイッチを用いて偏波の方向を切り替えてもよい。また、素子アンテナは円形ではなく、方形のパッチアンテナで

もよい。

〔発明の効果〕

以上のように、この発明のアレーアンテナでは、素子アンテナの直線偏波の方向をデジタルに変化させることにより、偏波の方向を合わせることができ、これをレーダ用のアンテナとして用いる時、その効果は著しく大きい。

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例であるアレーアンテナの構成を示す図、第2図は素子アンテナの直線偏波の方向を制御するための偏波制御回路の実施例を示す図、第3図は素子アンテナの給電を示す図、第4図は直線偏波の方向をビット化した時の利得の変化を示す図、第5図、第6図は、それぞれ1ビット、2ビットで直線偏波の方向を制御した場合の放射パターンを示す図、第7図は従来のアレーアンテナを示す図である。

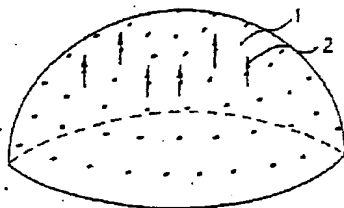
図において、(1)は素子アンテナ、(2)は直線偏波、(3)は2分配器、(4a)、(4b)は移相器、(5)は90°ハイブリッド、(6)は

可変電力分配器、(7)は放射導体、(8)は誘電体、(9)は地導体、(10)は給電線である。

なお、図中、同一符号は同一、又は相当部分を示す。

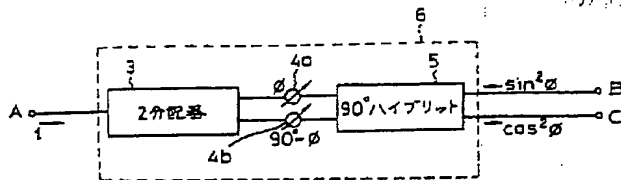
代理人 大岩 増雄

第1図



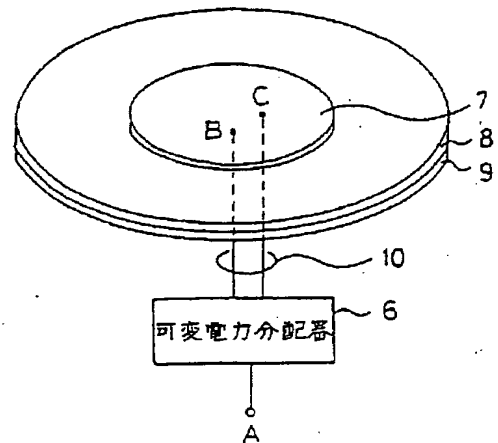
1: 素子アンテナ  
2: 直線偏波

第2図



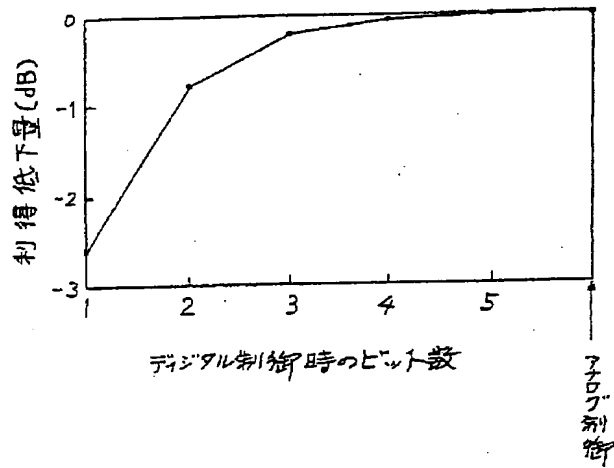
3: 2分配器  
4a, 4b: 移相器  
5: 90°ハイブリッド  
6: 可変電力分配器

第3図

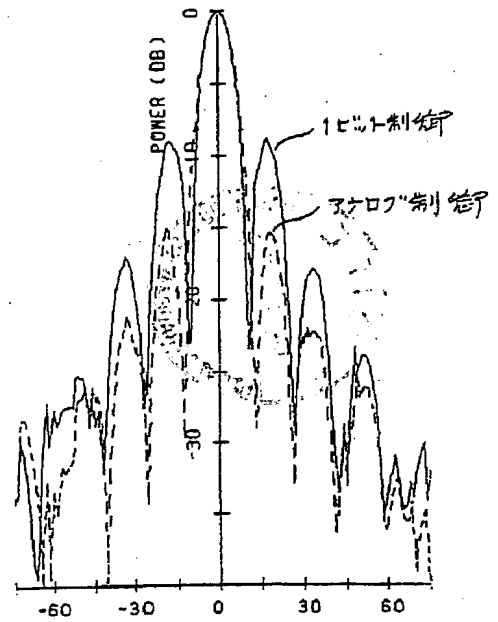


6: 可変電力分配器  
7: 放射導体  
8: 誘電体  
9: 地導体  
10: 給電線

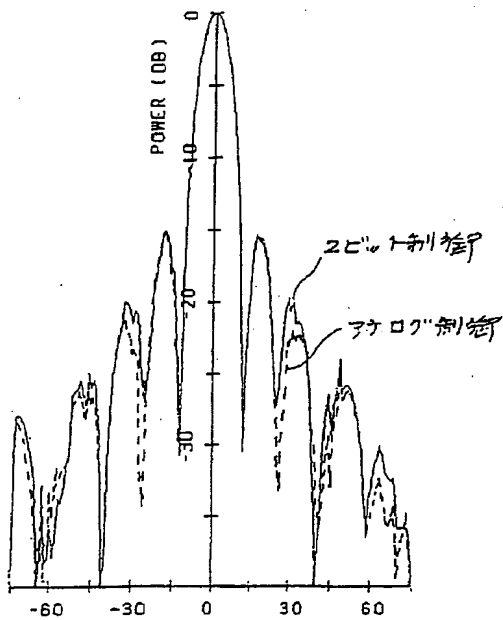
第 4 図



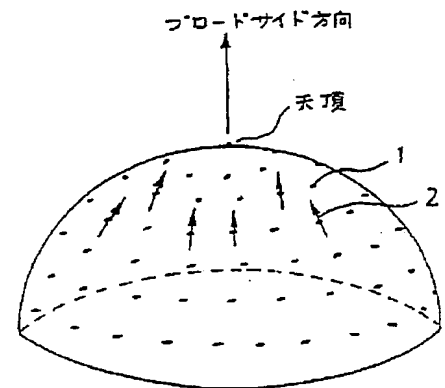
第 5 図



第 6 図



第 7 図



- 1: 素子アンテナ
- 2: 直線偏波